

УДК 504.45, 628.196

Мифтахов М.Н., кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», email: miftahovmn@yandex.ru

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ (МАКУЛАТУРЫ) ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ НЕФТИ

Аннотация: Данная работа посвящена поиску эффективных сорбентов для улавливания нефтепродуктов из поверхностных вод. В качестве потенциальных сорбентов предложены модифицированные отходы от переработки целлюлозы (макулатуры). Установлено увеличение нефтеемкости при термической обработке СКОПа.

Ключевые слова: нефтепродукты; СКОП; сорбент; сорбционные свойства; нефтеемкость.

Повсеместное загрязнение окружающей среды и водных объектов нефтяными углеводородами вызвано аварийными ситуациями, а также постоянным поступлением в водные объекты отработавших буровых растворов при добыче нефти, ее потерь при транспортировке, производственных сточных вод при переработке нефти, при использовании различных видов топлива в промышленности и быту (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут) [1]. Нефть, попадая в водный объект, достаточно быстро (часы и сутки) перестает существовать как исходный субстрат и распределяется на агрегатные фракции (формы нахождения), одной из которых является пленка (слик). Она тонким слоем локализуется на поверхности, приводя к нарушению газо-, энерго-, тепло- и влагообмена между атмосферой и гидросферой [2].

Это не только негативно сказывается на физических, химических и гидробиологических условиях водной среды и жизнедеятельности ее обитателей, но и способно серьезно повлиять на климат и кислородный баланс в атмосфере Земли, а значит, ухудшить экологическую обстановку на планете в целом и жизнь человека, в частности.

В РТ нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая отрасли являются лидирующими. В связи с вышесказанным, вопрос защиты окружающей среды от НП является весьма актуальным для данного региона. Природоохранное законодательство РФ предписывает локализовать и ликвидировать разливы нефти и НП в кратчайшие сроки и довести до допустимого уровня остаточное содержание УВ в окружающей среде [3, с.5].

Для локализации нефтяного слива на поверхности воды с одновременным поглощением разлитых НП, а также при ликвидации сплошных слоев НП толщиной до нескольких миллиметров в небольших акваториях часто применяют сорбенты, заключенные в проницаемые оболочки в виде боновых ограждений различных конструкций и типов. Материалы для удаления аварийных разливов нефти и НП (маты, салфетки, боны, поглощающие оболочки и т.д.) изготавливаются на основе дисперсных, гранулированных и волокнистых сорбционных материалов [4, с 359].

В связи с вышеизложенным, особую актуальность приобретает поиск дешевых и эффективных сорбентов для улавливания нефтепродуктов из поверхностных и сточных вод.

Ежегодно при переработке вторичного макулатурного сырья на фильтрах водоочистных сооружений картонно-бумажных комбинатов накапливается огромное количество осадков – отходов от переработки целлюлозы (макулатуры) - СКОПа [5, с. 97]. Известны основные направления утилизации СКОПа, которые предусматривают его применение в качестве дешевого и малотоксичного компонента в строительных конструкционно-теплоизоляционных материалов [6, с.21], пиролизного сырья [7, с.26] и при очистке от нефтешламов [8, с.47]. Кроме того, известно применение СКОПа в качестве сорбционного материала для очистки сточных вод от тяжелых металлов [9]. В свою очередь, отходы от переработки макулатуры могут быть использованы в качестве сорбентов для очистки водных объектов от нефти и нефтепродуктов [10].

Использование сорбентов на основе СКОПа позволит снизить нагрузку на литосферу от их накопления и получить преимущественно дешевый и экологически чистый сорбционный материал.

В качестве сорбционного материала исследовался как сам СКОП, так и продукты, полученные из него (как прокаленный в муфельной печи СКОП при температуре 325 °С, так и модифицированные в последующем образцы растворами соляной и серной кислот). Основными определяемыми показателями являлись нефтеемкость и водопоглощение.

Определение максимальной нефтеемкости производилось следующим образом. В чашки Петри помещалась предварительно взвешенная латунная сетка, наливалось 50 см³ нефти, и сплошным слоем наносился образец сорбционного материала массой 1 г. Через определенные промежутки времени (3–30 минут) образцы извлекались и после стекания избыточного количества нефти взвешивались на лабораторных весах. Нефтеемкость определялась как отношение массы поглощенной нефти к массе применяемого сорбционного материала [11, с.49]:

$$A = m_{\text{погл.}} / m_{\text{сорб.}}$$

где $m_{\text{погл}}$ – масса поглощенной нефти, г;

$m_{\text{сорб}}$ – масса сорбционного материала, г.

Способ определения максимального водопоглощения проводился по вышеупомянутой методике, с той лишь разницей, что вместо нефти в чашку Петри наливалось 50 см³ дистиллированной воды.

С целью ожидаемого улучшения сорбционных свойств также проводилась обработка образцов сорбционного материала растворами кислот.

В таблице 1 приведены показатели образцов сорбентов по максимальной нефтеемкости сорбентов.

Из таблицы 1 видно, что максимальные сорбционные свойства по отношению к нефти проявил сорбционный материал, полученный термообработкой отходов от переработки макулатуры при температуре 325

°С, который примерно на 4,3 % превышает нефтеемкость сырого СКОПа, что позволяет возможное его использование в качестве сорбента для поглощения нефти и нефтепродуктов в водных объектах без предварительной термообработки.

Таблица 1

Определение максимальной нефтеемкости

№	Наименование образца	Масса сорбционного материала, г.	Масса поглощенной нефти, г.	Нефте-емкость, г/г.
1	Сырой СКОП	4,029	7,618	1,891
2	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С)	4,035	7,957	1,972
3	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,3% раствором соляной кислоты	4,006	4,655	1,162
4	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,1% раствором соляной кислоты	4,011	5,102	1,272
5	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,3% раствором серной кислоты	3,98	6,473	1,626
6	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,1% раствором серной кислоты	4,020	6,728	1,674

В таблице 2 показаны данные образцов сорбентов по их максимальному водопоглощению.

Как видно из таблицы 2, модификация СКОПа растворами кислот приводит к снижению нефтеемкости сорбента.

Максимальное водопоглощение обнаружено у образца 2 (Сухой СКОП, прокаленный при 325 °С), что обусловлено, очевидно, низкой влажностью

данного образца и его более пористой структурой по сравнению с исходным. Также по данным исследований видна закономерность, что при увеличении концентрации кислоты влагоемкость уменьшается. Таким образом, максимальную влагоемкость проявил сорбционный материал, высушенный в сушильном шкафу.

Таблица 2

Определение максимального водопоглощения сорбентов

№	Наименование образца	Масса сорбционного материала, г.	Масса поглощенной влаги, г.	Влагоемкость, г/г.
1	Сырой СКОП	4,012	7,394	1,842
2	Сухой СКОП (прокаленный при 325 °С)	4,021	13,106	3,259
3	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,3% раствором соляной кислоты	4,127	6,38	1,545
4	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,1% раствором соляной кислоты	4, 021	7,64	1,907
5	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,3% раствором серной кислоты	4, 003	5,9	1,474
6	Сухой СКОП (прокаленный при 325°С) обработанный 0,1% раствором серной кислоты	4, 0011	6,448	1,611

Таким образом, определены величины максимальной нефтеемкости по отношению к нефти девонского отложения и максимального водопоглощения СМ в статических условиях. Наибольшее значение нефтеемкости показал сухой СКОП (прокаленный при 325°С), которое превышает нефтеемкость сырого СКОПа на 4,3 %. Установлено, что модификация СКОПа растворами кислот не приводит к увеличению нефтеемкости.

Проведенные исследования показали возможность использования отходов от переработки целлюлозы (макулатуры) в качестве сорбционного материала, предназначенного для удаления нефти и нефтепродуктов из водных сред.

Список использованных источников

1. Лебедь-Шарлевич Я.И., Жолдакова З. И., Мамонов Р.А., Беляева Н.И. Опасность загрязнения нефтью водных объектов с учетом растворения и стратификации ее компонентов [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opasnost-zagryazneniya-vodnyh-obektov-neftyu-s-uchetom-rastvoreniya-i-stratifikatsii-ee-komponentov/viewer> (дата обр. 29.04.2023).
2. Коршунова Т.Ю., Логинов В.Н. Нефтяное загрязнение водной среды: особенности, влияние на различные объекты гидросферы, основные методы очистки [Электронный ресурс]. – URL: <http://ecobiotech-journal.ru/2019/pdf/ecbtch1902157.pdf> (дата обращения 28.04.2023).
3. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» // Сборник законодательства РФ. – 21 августа 2000. № 613. – 5 с.
4. Сироткина Е.Е. Материалы для адсорбционной очистки воды от нефти и нефтепродуктов / Е.Е. Сироткина, Л.Ю. Новоселова // Химия в интересах устойчивого развития. – 2005. – № 13 – С. 359–377.
5. Анализ технологических аспектов образования отходов на предприятиях ЦБП / О.Н. Курило, Ю.В. Куликова, Е.С. Ширинкина, Я.И. Вайсман // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2013. – № 4 (12). – С. 97–108.
6. Козлов И.А. Новые конструкционно-теплоизоляционные материалы на основе скопа-отхода целлюлозно-бумажной промышленности: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.23.05 / Козлов Игорь Алексеевич; [Место защиты: Юж.-Ур. гос. ун-т]. – Челябинск, 2008. – 21 с.: ил.

7. Мифтахов М.Н., Ахметов И.Р. Перспективы утилизации СКОПа - отхода картонно - бумажного производства //статья – 2015. № 6-1, журнал новая наука: теоретический и практический взгляд/ издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований" (Уфа) ISSN: 2412-9720.
8. Д.С. Янковой, К.В. Ладыгин, С.И. Стомпель. Новая технология утилизации нефтешламов. / Экология производства, №9. Сентябрь 2014 г. с. 47.
9. Патент РФ № 2608029С1, 12.01.2017.
10. НОЦ «Рациональное недропользование». В Пермском Политехе создали сорбент для очистки нефтезагрязненных почв из отходов бумажного производства. [Электронный ресурс]. – URL: <https://permscience.ru/media/novosti/2021/v-permskom-politehe-sozdali-sorbent-dlya-ochistki-neftezagryaznennyh-pochv-iz-othodov-bumazhnogo-proizvodstva> (дата обр. 26.04.23).
11. Денисова Т.Р. Адсорбционная очистка водных объектов от нефти с использованием модифицированных отходов деревопереработки: дис. канд. техн. наук. – Казань, 2017. – С. 49.

Miftakhov.M.N., candidate of chemistry Science, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

**SORPTION PROPERTIES OF SORBENTS BASED ON WASTE FROM
CELLULOSE PROCESSING (WASTE PAPER) FOR CLEANING SURFACE
WATER BODIES FROM OIL**

Abstract: This work is devoted to the search for effective sorbents for trapping oil products from surface waters. Modified wastes from cellulose processing (waste paper) have been proposed as potential sorbents. An increase in oil capacity during thermal processing of the SCOP has been established.

Keywords: oil products; SCOP; sorbent; sorption properties; oil intensity.